

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ AREÁLU KOSTELA SV. GOTHARDA
V MODŘICÍCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

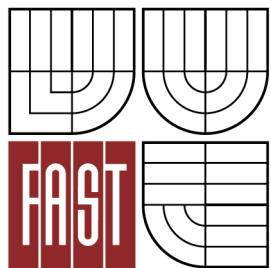
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK GALATA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ AREÁLU KOSTELA SV. GOTHARDA V MODŘICÍCH

SURVEYING OF AN AREA OF ST. GOTHARD'S CHURCH IN MODŘICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK GALATA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Marek Galata
Název	Zaměření areálu kostela sv. Gotharda v Modřicích
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jakub Foral
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. ČSN 013410, ČSN 013411, ČSN 013428, ČSN 013429, ČSN 013432, ČSN 4463-2, ČSN 730415.
2. Metodický návod pro zřizování, určování a vyhledávání podrobného polohového bodového pole, Praha 1985, ČÚZK č.j. 2457/1983-21.
3. Michalčák, O. a kol.: Inženiérska geodezia I., Bratislava 1988.
4. Návod pro obnovu katastrálního operátu, ČÚZK č.j. 21/1997-23.
5. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie I., Brno VUT 1990.
6. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie II., Brno VUT 1991.
7. Směrnice pro zaměřování nemovitých kulturních památek, Praha 1976.
8. Blažek, R. – Skořepa, Z. : Geodézie 30 Výškopis. Praha: ČVUT, 1997. 93 s. ISBN 80-01-01598
9. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie I. Brno: Cerm, 1999. 87 s. ISBN 80-214-1152-X
10. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie III. Brno: Vutium, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9
11. Oficiální stránka Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dostupná na www.cuzk.cz
12. Kašička, F. : Stavebně historický průzkum. Praha: ČVUT, 2002. 122 s. ISBN 80-01-02498-9

Zásady pro vypracování

1. Prostudování jednotlivých přístupů k řešení zadaného problému v literatuře a jejich rozbor pro teoretickou aplikaci v lokalitě.
2. Rekognoskace zájmového území a případně širšího okolí, opatření dostupných grafických a číselných podkladů.
3. Návrh teoretického postupu řešení bodového pole ve všech dostupných variantách a zhodnocení pro výběr nejvhodnější varianty.
4. Realizace nejvhodnější varianty měřické sítě.
5. Zaměření podrobných prvků ve stanoveném rozsahu a zpracování v grafickém systému MicroStation.
6. Souborné zhodnocení.
7. Požadované výstupy:
 - 7.1. Výkresová dokumentace území - lokalizace území v širších vztazích, dostupné body bodových polí a způsob jejich doplnění.
 - 7.2. Grafické výstupy návrhů měřické sítě v lokalitě.
 - 7.3. Kontrolní kresba polohopisu a výškopisu lokality - komplexně prostory interiéru.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Jakub Foral
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je zaměření vlastního památkového objektu a souvisejícího okolí. Následuje vytvoření dokumentace objektu dle zvyklostí Národního památkového ústavu a vyhotovení komplexní účelové mapy zmíněné lokality.

Abstract

The object of bachelor's thesis is surveying of the heritage building and related neighborhood. This continues to creating building documentation according to conventions of National Heritage Institute and creating complex thematical map of mentioned locality.

Klíčová slova

kostel, Modřice, účelová mapa, dokumentace objektu

Keywords

church, Modřice, thematical map, building documentation

Bibliografická citace VŠKP

GALATA, Marek. *Zaměření areálu kostela sv. Gotharda v Modřicích*. Brno, 2014. 47 s., 41 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jakub Foral.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne.....

.....

podpis autora

Poděkování:

Rád bych poděkoval zejména vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Jakubu Foralovi, za vstřícnost, ochotu a cenné rady či poznatky při zpracovávání práce. Dále mé díky patří mým spolužákům i dalším přátelům, kteří mi pomohli při měření. V neposlední řadě bych také chtěl poděkovat mojí rodině za podporu při studiu na VŠ.

Obsah

1. Úvod	10
2. Představení lokality	11
2.1. Lokalizace areálu	11
2.2. Historie objektu.....	12
3. Přípravné práce.....	13
3.1. Rekognoskace terénu	13
3.2. Rekognoskace bodového pole	13
3.2.1. Rekognoskace polohového bodového pole.....	13
3.2.2. Rekognoskace výškového bodového pole	14
3.3. Volba přístrojů	15
4. Vybudování a zaměření pomocné měřické sítě.....	17
4.1. Polohové zaměření.....	17
4.1.1. Metoda GNSS	17
4.1.2. Polygonové pořady	17
4.1.3. Rajóny.....	19
4.2. Výškové zaměření.....	20
4.2.1. Nivelace	20
4.2.2. Trigonometrické určení výšky	22
5. Podrobné měření.....	23
5.1. Zaměření okolí kostela.....	23
5.2. Zaměření kostela.....	24
5.2.1. Zaměření půdorysných řezů.....	24
5.2.2. Zaměření svislých řezů a průřezů	26
5.2.3. Zaměření pohledů na fasádu kostela.....	28
5.3. Vedení náčrtů	28
6. Kancelářské práce.....	30
6.1. Zpracování naměřených dat.....	30
6.1.1. Data GNSS.....	30
6.1.2. Polygonové pořady a rajóny	31
6.1.3. Technická nivelace	32
6.1.4. Podrobné měření	32
6.2. Testování přesnosti podrobného měření	33
6.2.1. Testování přesnosti souřadnic kontrolním zaměřením	33
6.2.2. Testování přesnosti souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř	35

6.2.3. Testování přesnosti výšek	32
6.3. Tvorba výkresů	36
6.3.1. Účelová mapa okolí kostela	36
6.3.2. Půdorysné řezy	38
6.3.3. Svislé řezy a průřezy	39
6.3.4. Pohledy na fasádu	40
7. Závěr	41
8. Seznam využitých zdrojů	42
9. Seznam použitých zkratk a symbolů	43
10. Seznam obrázků	44
11. Seznam tabulek	45
12. Seznam příloh	46

1. Úvod

Předmětem bakalářské práce je zaměření interiéru a okolí kostela sv. Gotharda v Modřicích. Vzhledem k tomu, že dosud žádná dokumentace tohoto objektu neexistuje, budou výsledky měření využity nejen k tvorbě této bakalářské práce, ale poslouží také k doplnění archivu Národního památkového ústavu.

Proto je tedy cílem vyhotovení dokumentace objektu právě podle zvyklostí Národního památkového ústavu a vytvoření komplexní účelové mapy zmíněné lokality. Bakalářská práce se skládá ze tří dílčích částí.

První část tvoří návrh a vybudování pomocné měřické sítě. Ta byla z důvodu umístění a účelu svých částí rozčleněna na externí a interní. Externí měřická síť byla využita k zaměření přilehlého okolí kostela. Vzhledem k tomu, že interiér vlastního památkového objektu má velmi členitý a nepravidelný průběh, a tudíž by jej nebylo možné zachytit jen délkovými mírami, byla vybudována také interní měřická síť, která sloužila k jeho geodetickému zaměření.

Druhou částí je podrobné měření, v rámci kterého bylo zaměřeno jak okolí kostela, tak i samotný chrám. Okolí kostela je prostor sousedící s kostelem a ohraničený kamennou zídkou, doplněný o prostor přilehlé křižovatky - náměstí Míru. Samotný kostel je pak vyjádřen ve dvou půdorysných a pěti svislých řezech, třech částečných průřezích a čtyřech pohledech na jeho fasádu.

Třetí část se týká kancelářských prací, během kterých byly naměřené hodnoty nejprve početně zpracovány. Na základě výstupů z těchto výpočtů pak byla vyhotovena účelová mapa okolí kostela i jednotlivé výkresy dokumentace objektu, které jsou přiloženy v digitální i tištěné podobě.

2. Představení lokality

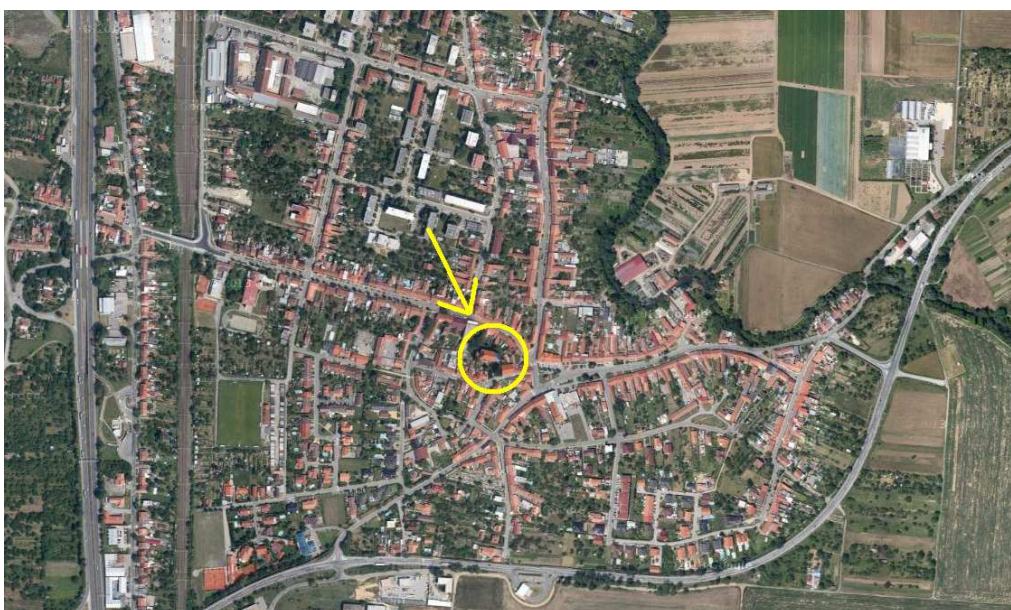
2.1. Lokalizace areálu

Město Modřice se nachází v Jihomoravském kraji, okrese Brno-venkov a je jižním bezprostředním sousedem statutárního města Brna. [1]



Obr. 2.1: Poloha města Modřice (převzato z [2])

Samotný chrám je situován v centru obce, na temeni mírného návrší, v místech, kde se údajně nacházel středověký hrad. Kostel je obehnan kamennou renesanční zdí o nepravidelném půdorysu, která je přerušena dvěma vstupy – malou barokní brankou, navazující na uličku na severovýchodě areálu, a širokou hlavní bránou na jihu. [3]



Obr. 2.2: Lokalizace areálu kostela sv. Gotharda (převzato z [4])

2.2. Historie objektu [3]

Ačkoli první písemná zpráva o Modřicích pochází již z roku 1141, věrohodnou existenci chrámu zasvěcenému benediktinskému mnichovi svatému Gothardovi dokládá až historický údaj z roku 1222.

Chrám prošel celou řadou přestaveb a úprav. Části původní středověké stavby lze nalézt na jižní stěně vlevo od vstupu. Jsou to fragmenty původního románského zdiva s kruhovými otvory z přelomu 12. a 13. století. V ose západního průčelí se pak nachází renesanční kamenný portál z roku 1540, který býval vstupem do kostela.

Katastrofální důsledky způsobil krutý požár, který město zachvátil 7. srpna 1724. V mohutných plamenech vyhořel kostel, věž i fara. Celé město až na osm domů lehlo popelem. Brzy se přistoupilo k opravě, která však pro nedostatek financí nemohla být dostačující a kvalitní, což se záhy ukázalo. Proto se rozhodlo, že bude nutné přistoupit k radikální přestavbě. Ta se uskutečnila v letech 1780 až 1784 a dala chrámu současné vzezření. Chrátová loď se rozrostla severním směrem, na jižní straně byla postavena předsíň se vstupem a byla vybudována nová masivní hranolovitá věž. Původní střecha věže musela být po dalším požáru, vzniklém po úderu blesku v roce 1828, nahrazena novou.

Mezitím byla na západní straně v roce 1738 přistavěna kaple sv. Jana Nepomuckého. Ta má údajně stát na místě pověstmi opředené hradní věže. Dochované základy však spíše odpovídají nejstarší chrátové věži pocházející zřejmě ze 13. století. V roce 1740 byla pod prostorem kaple vybudována krypta. Prostor mezi kostelem a zdí býval do roku 1880 hřbitovem.

Ve východní části objektu kostela, tedy v přízemí věže, se nachází prostor původní sakristie. Ve střední části s podélnou osou východ - západ je presbytář a vlastní prostorná loď. Kaple na západní straně dnes slouží jako sklad.

Vybavení interiéru chrámu, provedené v klasicistním stylu, pochází především z doby poslední velké přestavby, zejména pak z let 1790 až 1800. Z tohoto období také pochází hlavní oltář i dva boční po stranách lodi, kazatelna, křtitelnice, monumentální obraz sv. Gotharda nad oltářem i vyobrazení křížové cesty.



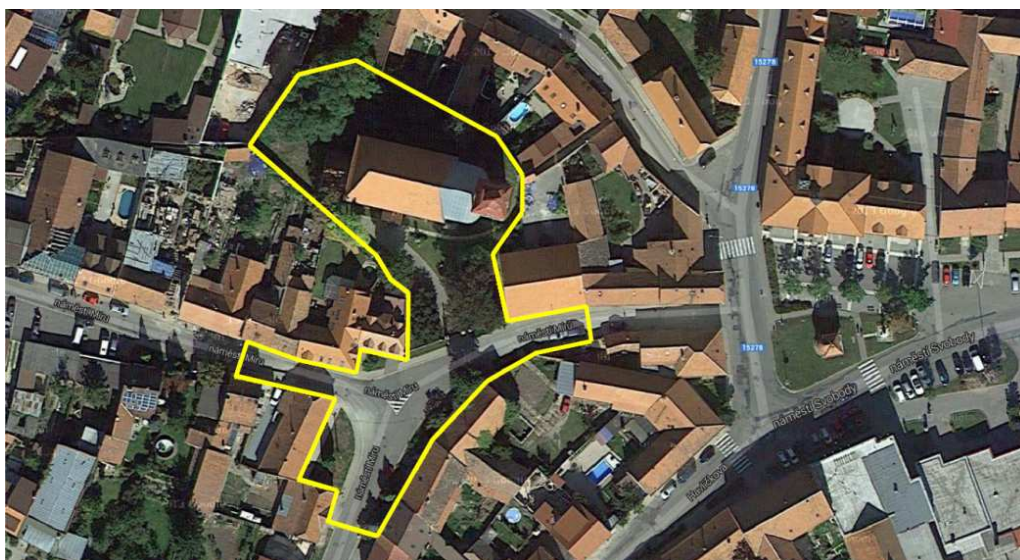
Obr. 2.3: Letecký pohled na kostel sv. Gotharda (převzato z [5])

3. Přípravné práce

3.1. Rekognoskace terénu

Rekognoskace terénu okolí kostela a prohlídka interiéru proběhla dne 22. srpna 2013. Areál kostela je ohraničen hradební zdí. Je zde několik stromů, křovin, ale i upravených okrasných zahrádek. Celkově se však dá říci, že je okolí kostela spíše neudržované. Nenachází se zde žádné významné terénní stupně a reliéf terénu není nijak výrazně zvlněn.

Rozsah zájmové lokality pro vyhotovení účelové mapy byl dán vedoucím bakalářské práce, Ing. Jakubem Forelem. Zaměřované území bylo vymezeno prostorem areálu kostela a přilehlé křižovatky - náměstím Míru. Všechna tři ramena křižovatky byla zaměřována do vzdálenosti cca 30 metrů od jejího středu. Lokalizace území v širších vztazích je zobrazena na následujícím obrázku *Obr. 3.1: Vymezení zaměřované lokality*.



Obr. 3.1: Vymezení zaměřované lokality (převzato z [6])

3.2. Rekognoskace bodového pole

Informace o stávajícím bodovém poli byly získány z webových stránek Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), konkrétně z [7]. Odtud tedy byly pořízeny geodetické či nivelační údaje.

3.2.1. Rekognoskace polohového bodového pole

Rekognoskace polohového bodového pole se uskutečnila za pomoci grafické části geodetických údajů. Body byly vyhledávány na základě zde uvedených oměrných měř. Výsledek rekognoskace je uveden v následující tabulce *Tab. 3.1: Výsledek rekognoskace stávajícího polohového bodového pole*. Body se statusem „nalezen“ svým fyzickým umístěním v terénu odpovídají grafické části geodetických údajů.

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	Stabilizace	Status
000944220280	589561,15	1168226,79	věž kostela	nalezen
000944220281	598491,54	1168259,09	žulový kámen	nenalezen
000944220282	598539,95	1168182,19	žulový kámen	nenalezen
000944220283	598512,27	1168221,75	čepová značka	nalezen
059000000839	598447,97	1168267,77	měřický hřeb	nalezen

Tab. 3.1: Výsledek rekognoskace stávajícího polohového bodového pole

3.2.2 Rekognoskace výškového bodového pole

Rekognoskace výškového pole se uskutečnila za pomoci grafické části nivelačních údajů. Body byly vyhledávány na základě uvedených oměrných měř. Výsledek rekognoskace je uveden v následující tabulce Tab. 3.2: Výsledek rekognoskace stávajícího výškového bodového pole. Body se statusem „nalezen“ svým fyzickým umístěním odpovídají grafické části nivelačních údajů.

Číslo bodu	Výška [m]	Stabilizace	Status
Pa7-2	205,880	čepová značka	nalezen
Pa7-3	201,677	čepová značka	nalezen
Pa7-3.2	196,426	čepová značka	nalezen

Tab. 3.2: Výsledek rekognoskace stávajícího výškového bodového pole

Přehledný náčrt stávajícího bodového pole je uveden v příloze č. 8. Jeho část je pro okamžitou představu o poloze bodů stávajícího bodového pole uvedena na následujícím obrázku Obr. 3.2: Stávající bodové pole.



Obr. 3.2: Stávající bodové pole

3.3. Volba přístrojů

Pro vybudování základní kostry pomocné měřické sítě byl zvolen přístroj měřící technologií Global Navigation Satellite System (GNSS), a to přijímač Leica GPS System 300 s anténou SR399. Jedná se o dvoufrekvenční přístroj, umožňující měření jedine metodou s následným zpracováním (post processing).



Obr. 3.3: Přístroj Leica GPS System 300

Pro rozvinutí pomocné měřické sítě a pro podrobné měření byla použita totální stanice Topcon GPT 3003N, v. č. 4D0505 a odrazný hranol Topcon. Výrobce udává střední chybu směru měřeného ve dvou polohách přístroje jako $m_r^{\text{II}} = 10''$. Střední chyba délky je $m_s = \pm 3\text{mm} + 2\text{ppm} \times D$, kde D je měřená vzdálenost v mm. Dosah dálkoměru při měření na hranol činí 3000m. Přístroj umožňuje také bezhranolový mód měření se střední chybou délky $m_s = \pm 10\text{mm}$ pro délky v intervalu od 1,5m do 25m a $m_s = \pm 5\text{mm}$ pro délky větší než 25m. Dosah dálkoměru při měření bez užití hranolu je pak stanoven na 250m. [8]



Obr. 3.4: Přístroj Topcon GPT 3003N

Pro výškové zaměření bodů pomocné měřické sítě byl použit nivelační přístroj Topcon AT-G7, v. č. AY 7771. Jedná se o optický přístroj s kompenzátorem. Střední kilometrová chyba dvojice měření činí $\pm 2,5\text{mm}$. Zvětšení dalekohledu je 22-ti násobné. Rozlišovací schopnost činí $4''$, rozsah automatického kompenzátoru je $\pm 10'$. [9]



Obr. 3.5: Přístroj Topcon AT-G7(převzato z [10])

Pro měření výšek vrcholů kleneb či jiných relativních výškových rozdílů, ať už v interiéru kostela nebo na fasádě, byl použit ruční laserový dálkoměr Giant precision instrument A-7, v. č. 5008168. Jedná se o dálkoměr využívající pasivní odraz laserového paprsku. Je charakterizován vnitřní přesností délky $m_s = \pm 1,5\text{mm}$. Rozsah hodnot délek, které lze tímto přístrojem změřit, je výrobcem uváděn jako 0,05 – 60m. [11]



Obr. 3.6: Přístroj Giant precision instrument A-7

4. Vybudování a zaměření pomocné měřické sítě

Před samotným podrobným zaměřením bylo třeba vybudovat pomocnou měřickou síť. Ta byla rozdělena na dvě dílčí části: externí síť, která sloužila pro zaměření vnější strany zdiva kostela a zaměření okolí chrámu včetně přilehlé křižovatky, a interní síť, sloužící pro zaměření interiéru objektu. Obě sítě byly mezi sebou provázány. Pro body stabilizované železným roxorem nebo měřickým hřebem byly vyhotoveny geodetické údaje, které jsou uvedeny jako příloha č. 5.3.

4.1. Polohové zaměření

4.1.1. Metoda GNSS

Protože při rekognoskaci bodového pole byl na lokalitě i v jejím okolí nalezen jen malý počet bodů polohového pole, bylo rozhodnuto, že pro vybudování základní kostry měřické sítě bude nejefektivnější využití metody GNSS.

Touto metodou byly zaměřeny tři body pomocné měřické sítě: 5001, 5002 a 5003. Poloha těchto bodů byla vždy volena s uvážením na potřebu volné oblohy nad bodem a směrem na jih. Vzhledem k vegetaci v prostoru areálu kostela byly pro umístění bodů nejvhodnější chodníky přiléhající ke křižovatce. Zde tedy byly všechny tři body stabilizovány pomocí měřických hřebů.

Před započítáním každého měření bylo dbáno na orientování antény přibližně směrem k severu, což zajistilo stejnou orientaci antény na všech bodech. Také byl kladen důraz na pokud možno vysoké postavení stativu, což mělo eliminovat počet chybových epoch způsobený zastíněním signálů z družic kolemjdoucími lidmi či projíždějícími automobily.

Před spuštěním samotného měření byla změřena výška antény, čtená s přesností na milimetry, a v přístroji byly nastaveny následující parametry: frekvence záznamu epoch činila 10 sekund, úhel elevační masky 10° a anténní offset 0,441m.

Měřeno bylo statickou metodou. Každé měření trvalo 45 minut a na každém bodě proběhly dvě observace. Výjimkou bylo měření na bodě 5001, kde první měření proběhlo ve skutečnosti hned dvakrát. Při prvním pokusu se totiž již po necelé půl hodině observace vyčerpala baterie, a proto byl bod raději změřen ještě jednou, a to po dobu 45 minut, jako všechny ostatní. Všechna druhá měření byla dle vyhlášky č. 31/1995 Sb. provedena kvůli zajištění nezávislosti konstelace družic vždy s minimálně hodinovým odstupem.

4.1.2. Polygonové pořady

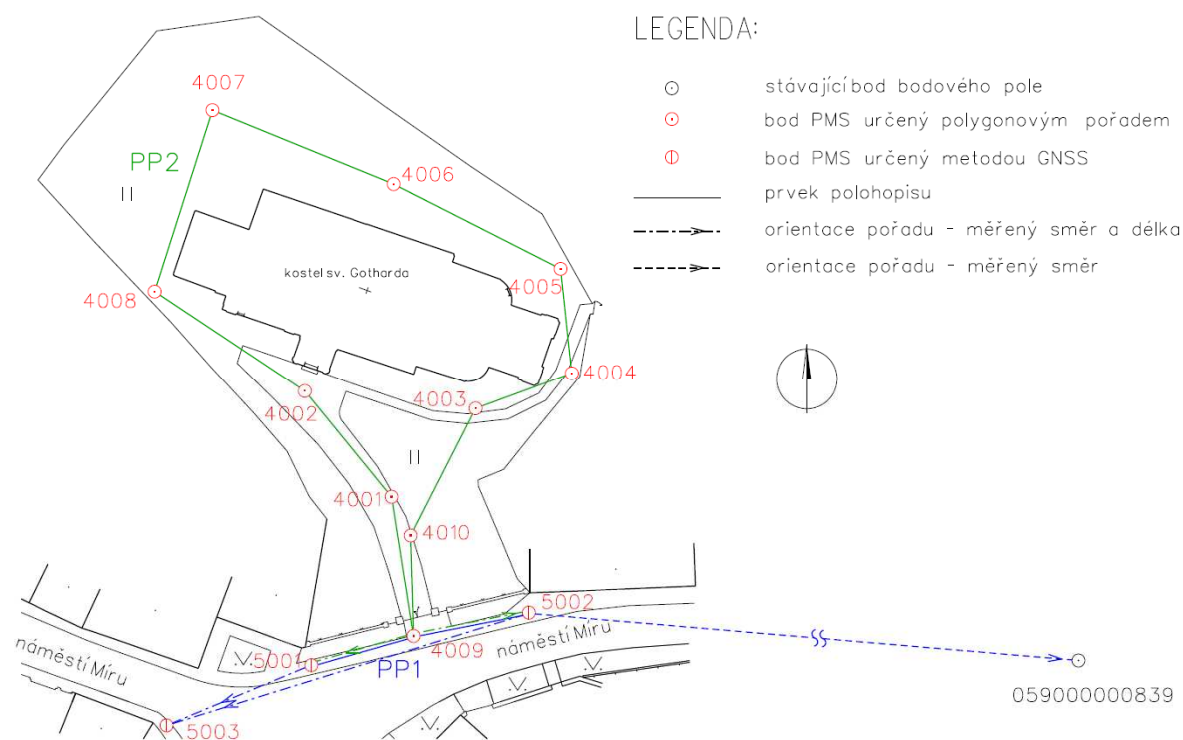
Pomocná měřická síť byla vybudována z největší části polygonovými pořady. V lokalitě byly vedeny celkem čtyři – dva pomohly vytvořit externí síť a dva interní.

Polygonový pořad je možno definovat jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Vrcholy polygonových pořadů se nazývají polygonové body a jejich spojnice jsou označovány jako polygonové strany. Na polygonových bodech se měří osnovy směrů, z nichž se vypočítají vrcholové, zpravidla levostranné, úhly. Délky stran se měří dvakrát obousměrně, tedy tam i zpět. Pro zajištění orientace pořadů se provádí směrové připojení z koncových bodů pořadů na body bodového pole, popř. pomocné měřické sítě. V závislosti na znalosti souřadnic koncových bodů a orientacích na těchto bodech existuje několik typů polygonových pořadů. [12]

První polygonový pořad (PP1) se nachází na křižovatce náměstí Míru. Začíná na bodě 5002 a končí na bodě 5001. Jedná se o polygonový pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný. Jeho délka činí 26m.

Druhý polygonový pořad (PP2) obepíná kostel. Začíná i končí na bodě 4009, je to tedy polygonový pořad uzavřený. Je dlouhý 173m.

Průběh těchto dvou externích polygonových pořadů je přehledně znázorněn na následujícím obrázku *Obr. 4.1: Průběh vedení externích polygonových pořadů*. Kompletní přehledný náčrt externí sítě je uveden jako příloha č. 9.1.

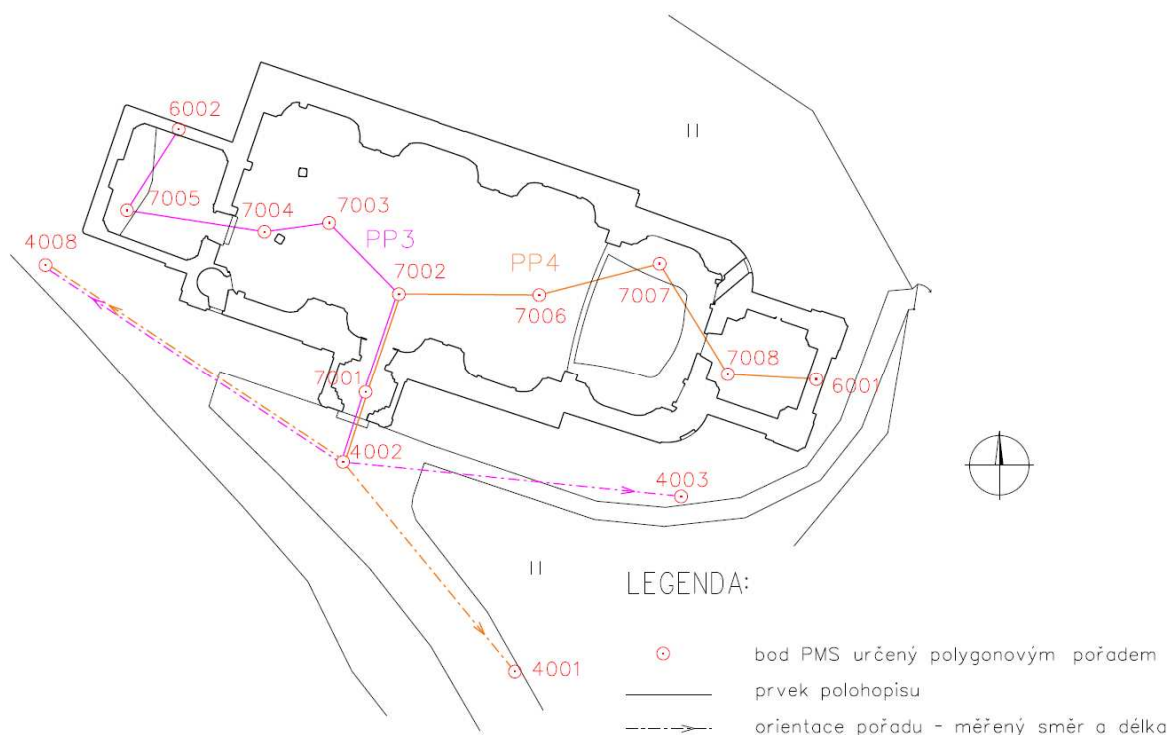


Obr. 4.1: Průběh vedení externích polygonových pořadů

Třetí polygonový pořad (PP3) začíná před vstupem do kostela na bodě 4002 a je veden samotným objektem směrem na západ. Končí v prostorách kaple na propojovacím bodě 6002. Jde o polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný a jeho délka je 34m.

Čtvrtý polygonový pořad (PP4) začíná opět před kostelem na bodě 4002, ale tentokrát v interiéru směřuje směrem na východ. Jeho konec se nachází v sakristii na propojovacím bodě 6001. Jedná se o polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný. Délka tohoto pořadu činí 39m.

Průběh těchto dvou interních polygonových pořadů je přehledně znázorněn na následujícím obrázku *Obr. 4.2: Průběh vedení interních polygonových pořadů*. Kompletní přehledný náčrt interní sítě je uveden jako příloha č. 9.2.



Obr. 4.2: Průběh vedení interních polygonových pořadů

Při měření všech polygonových pořadů bylo z důvodu omezení chyb z centrace použito trojpodstavcové soupravy. Osnovy směrů měřené na vrcholových bodech byly provedeny ve dvou polohách přístroje. Sousední polygonové body byly pro přesnější cílení vždy signalizovány závěsem olovnice.

Polygonové body externí sítě byly stabilizovány železnými roxory. V místech, kde nebylo možné z důvodu tvrdého povrchu roxor použít, se body polygonových pořadů stabilizovaly měřickými hřeby nebo dočasnou stabilizací. Za stabilizaci vrcholů polygonových pořadů, tvořících interní síť, byly voleny zejména rohy spár v dlažbě. V místech, kde byl koberec, pak byly body sítě voleny na význačných prvcích jejich vzorování.

4.1.3. Rajóny

„Pod pojmem rajón se rozumí orientovaná a délkově zaměřená spojnice daného a určovaného bodu“ (Nevosád, Vitásek, Bureš, 2002, str. 48).

Rajón je tedy další metoda, která slouží k určení souřadnic nového bodu. Při určování souřadnic nově určovaného bodu touto metodou je nutné provést orientaci minimálně na dva známé body. Délka rajónu nesmí přesáhnout délku nejdelší orientace, přičemž při určování polohy bodů rajónem delším než 800 m je nutné měřit směry ve dvou skupinách. [12]

V celé lokalitě bylo určeno rajónem dohromady sedm pomocných stanovisek.

Tři z nich byly zaměřeny za účelem doplnění externí měřické sítě. Tyto body byly označeny čísly 4011, 4012, 4013. První dva jmenované body byly umístěny do prostoru křižovatky a byly stabilizovány dočasně. Třetí bod – 4013 – byl situován do západní části areálu kostela a byl stabilizován roxorem.

Čtvrtý bod určený rajónem byl určen k doplnění interní sítě v prostoru sakristie. Tento bod byl označen číslem 7009 a stabilizován rohem spáry v dlažbě.

Pátý bod sloužil k zaměření několika bodů, které byly použity k vyhotovení pohledu na fasádu kostela z východu. Z důvodu poměrně velké výšky věže byl tento bod umístěn až na náměstí Svobody. Byl pojmenován číslem 4014 a stabilizován dočasně.

Poslední dvě pomocná stanoviště určená rajónem sloužila k provázání interní sítě s externí. První z těchto bodů, který byl označen jako 6001, byl umístěn na parapet východního okna do sakristie a končil na něm polygonový pořad PP4. Druhým bodem pak byl bod 6002, jenž byl signalizován vybraným rohem rámu severního okna kaple. Na tomto bodě končil polygonový pořad PP3.

Všechny rajóny byly zaměřeny ve dvou polohách dalekohledu.

4.2. Výškové zaměření

4.2.1. Nivelace

Pomocná stanoviště zaměřená metodou GNSS, polygonové body a výškové úrovně interiéru kostela byly zaměřeny metodou geometrické nivelace ze středu.

Princip metody geometrické nivelace ze středu spočívá v měření výškového rozdílu dvou bodů pomocí vodorovné záměry, která je realizovaná nivelačním přístrojem, umístěným uprostřed mezi těmito dvěma body. Na těchto bodech se umístí svisle nivelační latě opatřené stupnicí. Vodorovná záměra umožňuje čtení na obou latích (záměra vzad a záměra vpřed). Rozdílem těchto čtení dostáváme výškový rozdíl mezi dvěma danými body. [13]

Výškové zaměření bylo provedeno technickou nivelací, při měření interiéru kostela pak v kombinaci s plošnou nivelací.

Technická nivelace je nejběžnější druh nivelace sloužící pro běžné technické práce. K měření postačí latě skládací, zasouvací nebo i sklopné, které ani nemusí být opatřeny krabicovou libelou. Délky záměr se nerozměřují pásmem, ale krokují tak, aby rozdíl záměr vzad a vpřed nepřesáhl 1 - 2m a tudíž nemuselo dojít k přeostření dalekohledu. Nivelální pořady vložené a uzavřené stačí měřit jedenkrát. [13]

Před samotným měřením pořadů byla provedena zkouška nivelálního přístroje. Byla zjištěna chyba 1mm/8m. Poté proběhlo ověření výšky nivelálního bodu Pa7-2, který byl zamýšlen jako výchozí bod pro všechny budoucí nivelální pořady. Ověření jeho výšky bylo realizováno nivelálním pořadem z bodu Pa7-3.2, protože bod Pa7-3, který se vzhledem ke vzdálenosti od lokality zpočátku jevil jako vhodnější, svojí výškou uvedenou v nivelálních údajích neodpovídal naměřeným hodnotám.

Celkem byly změřeny tři uzavřené nivelální pořady, které začínaly i končily na bodě Pa7-2.

První nivelální pořad (NP1) sloužil k výškovému zaměření bodů zaměřených GNSS a bodů pomocné měřické sítě v prostoru křižovatky. Druhým nivelálním pořadem (NP2) byla výškově určena pomocná stanoviště v areálu kostela.

Třetí nivelální pořad (NP3) je veden interiérem, kde byly kromě několika bodů interní sítě zaměřeny nadmořské výšky podlahy kaple, sakristie a jednotlivých stupňů v presbytáři. Samotná chrámová loď byla zaměřena ve čtyřech rozích a v prostředku, aby se zjistilo, zda je či není podlaha kostela vodorovná. Bylo zjištěno, že podlaha od středu lodi směrem k prostoru pod kůrem mírně klesá.

Všechny výšky pomocných stanovišek se určily pomocí bočních záměr, měřených vždy ze dvou sousedních postavení přístroje. Všechny výšky určené nivelací jsou vyjádřeny v systému Balt po vyrovnání (Bpv). Výška podlahy kůru byla změřena pásmem ve dvou protilehlých místech.

Přehled všech použitých nivelálních pořadů, jejich typů a z nich výškově určených bodů je sestaven do následující tabulky *Tab. 4.1: Přehled nivelálních pořadů*.

Označení NP	Začátek NP	Konec NP	Typ nivelálního pořadu	Určené body
NP1	Pa7-2	Pa7-2	uzavřený	4009, 4010, 5001, 5002, 5003
NP2	Pa7-2	Pa7-2	uzavřený	4001, 4002, 4003, 4004, 4005 4006, 4007, 4008, 4013
NP3	Pa7-2	Pa7-2	uzavřený	7001, 7002, 7003, 7004, 7006, 7007, 7008, 7009

Tab. 4.1: Přehled nivelálních pořadů

4.2.2. Trigonometrické určení výšky

Trigonometrická metoda určení výšek vychází ze znalosti dvou základních veličin: vodorovné nebo šikmé délky mezi dvěma danými body a zenitového úhlu. [13]

K těmto veličinám potřebujeme ještě znát nadmořskou výšku výchozího bodu, výšku klopné osy dalekohledu přístroje a výšku cíle.

Metodou trigonometrického určení výšky byly zaměřeny některé rajóny. Tohoto postupu bylo použito zejména z důvodu, že tyto rajóny byly mnohdy zřízeny až dodatečně po provedení nivelace. Vzhledem ke krátké délce záměr byla tato metoda svou přesností dostačující.

Výškové zaměření rajónů proběhlo současně s polohovým. Aby došlo k eliminaci vlivu indexové chyby, byly zenitové úhly měřeny ve dvou polohách dalekohledu. Výpočet pak proběhl v softwaru Groma v. 8.0.

5. Podrobné měření

Po vybudování a zaměření pomocné měřické sítě se pokračovalo podrobným měřením. To bylo rozčleněno do dvou částí: předmětem první etapy bylo zaměření areálu kostela a přilehlé křižovatky, druhá část se pak týkala zaměření samotného objektu.

5.1. Zaměření okolí kostela

Zaměření areálu kostela a přilehlé křižovatky bylo provedeno na přelomu srpna a září 2013, a to tachymetricky. Tachymetrie je metoda, při níž jsou podrobné body určeny třemi měřenými veličinami – vodorovným směrem, šikmou nebo vodorovnou délkou a zenitovým úhlem. [13]

Kromě těchto veličin je nutné evidovat i výšku přístroje a cíle. Tachymetrickým zaměřením tedy získáváme zároveň polohu i výšku. Výpočet souřadnic se zakládá na principu výpočtu rajónu a výpočet výškového rozdílu mezi stanoviskem a podrobným bodem vychází z principu trigonometrického určení výšky.

Podrobné body byly měřeny v první poloze dalekohledu. Všechna měřená data byla registrována přímo do totální stanice. Mapování proběhlo z větší části v souladu s [14].

Předmětem podrobného měření byly budovy, rozhraní vozovky, rozhraní chodníků, rozhraní druhů povrchů, ploty, hranice kultur, průběh nadzemních sítí, vstupy do objektů a na pozemky, stromy, nadzemní znaky inženýrských sítí, nástěnné konzoly, podružné rozvodnice inženýrských sítí, předměty malého rozsahu, atd.

Budovy byly zaměřovány v místě průniku zdiva s terénem. Předmětem zaměření byly také jejich části, které byly shora neviditelné, a vchody do těchto objektů. Evidovaly se i údaje jako čísla popisná či popisy účelu domů. Vzhledem k měřítku budoucí účelové mapy 1:250 a rozlišitelnosti kresby, která činí 0,2mm, vyplynulo, že nemělo smysl zaměřovat výstupky na budovách menší než 5cm. Toto pravidlo však neplatilo pro kostel, jehož detaily musely být vzhledem k měřítku půdorysných řezů 1:50 zaměřeny podrobněji.

Prvky polohopisu ve tvaru kruhového oblouku byly zaměřeny třemi podrobnými body umístěnými na začátku, uprostřed a na konci měřeného oblouku.

U plotů s podezdívkou byla zaměřována vnější strana podezdívky a její tloušťka se poznamenala do náčrtu. Na plotech bez podezdívky bylo měřeno přímo oplocení. Průběh nadzemního vedení byl určen zaměřením sloupů tohoto vedení. Byl evidován také druh vedení.

Komunikace byly z důvodu vhodného výškopisného vyjádření měřeny v příčných profilech. V každém profilu byly měřeny tři podrobné body: oba kraje komunikace

a vrchol koruny vozovky. Pro úplnost byly tyto profily doplněny změřením výšky obrubníku. Výškově zaměřen byl také střed křižovatky.

K lepšímu vyjádření průběhu terénu byly také zaměřeny podrobné výškové body, a to tak, aby vzdálenost mezi sousedními výškovými body činila 3 – 4cm v měřítku mapy.

Stromy byly vyjadřovány skutečným rozměrem a umístěním kmene i koruny. Pokud byla osa středu koruny totožná s osou kmene, stromy se zaměřovaly středem kmene a bodem na obvodu průmětu koruny. V případech, kdy osa středu koruny nebyla totožná s osou kmene, se postupovalo obdobně s tím rozdílem, že průmět koruny byl vystihnout zaměřením tří bodů rovnoměrně rozložených na jejím obvodě. Zaznamenával se i obvod kmenů jednotlivých stromů. Při měření kmenů se využívalo úhlové odsazení na jejich střed.

5.2. Zaměření kostela

Zaměření budovy kostela bylo vzhledem k požadovaným výstupům rozděleno na tři dílčí etapy. První částí bylo podrobné měření, sloužící pro vyhotovení půdorysných řezů. Druhou částí bylo zaměření objektu pro vyhotovení svislých řezů a průřezů. Obě tyto etapy byly realizovány měřením zvenku i zevnitř. Zaměření krovů a vyšších pater věže včetně zvonice nebylo realizováno, protože zmíněné prostory nebyly předmětem této bakalářské práce. Třetí, a poslední, částí pak bylo zaměření pohledů na fasádu.

Předmětem měření tedy byl především průběh zdiva, popř. jiných estetických nebo funkčních prvků, které měly charakter pevného spojení se zdmi nebo podlahou (oltáře, kazatelna, varhany, atd.). Dalšími zaměřovanými prvky byly schody a výplně otvorů ve stěnách – okna a dveře.

Míra detailů zahrnovaných do měření byla stanovena na základě rozlišitelnosti kresby, která činí 0,2mm. Vzhledem k měřítku výstupů 1:50 (u půdorysných a svislých řezů či průřezů), resp. 1:100 (u pohledů na fasádu) pak bylo spočítáno, že je třeba evidovat všechny detaily větší než 1cm, resp. 2cm.

5.2.1. Zaměření půdorysných řezů

Půdorysné řezy byly zaměřeny v září 2013. Celým objektem byly vedeny dva půdorysné řezy, vyjadřující první nadzemní podlaží (1. NP) a druhé nadzemní podlaží (2. NP).

Výška řezu pro vyjádření půdorysu 1. NP byla zadána jako 1,10m nad úrovní podlahy kostela. Vzhledem k tomu, že při nivelaci byla odhalena nevodorovnost podlahy chrámové lodi, a k tomu, že se v celém objektu nachází několik dalších výškových úrovní, bylo stanoveno, že pomyslná řezová rovina bude vedena ve výšce 1,10m nad úrovní

podlahy chrámové lodi v místě vstupu z předsíně v prostřední části chrámové lodi. Tímto byla zaručena jednotnost průběhu řezové roviny.

Výšková úroveň řezové roviny sloužící k vyjádření půdorysu 2. NP byla zadána jako 1,10m nad úrovní podlahy kůru. K docílení větší přehlednosti budoucích výkresů bylo rozhodnuto, že je třeba interiér těmito řezovými rovinami rozdělit na tři pomyslné části. Do půdorysu 1. NP tedy vstupovaly všechny prvky pod rovinou řezu a z prvků nad rovinou řezu jen ty, které náležely do prostoru mezi oběma řezovými rovinami. Pro půdorys 2. NP pak byly vybrány všechny prvky nacházející se pod řezovou rovinou (tedy mezi řezovou rovinou a podlahou) a všechny prvky nad řezovou rovinou.

Ještě před započítím vlastního měření bylo třeba toto všechno uvážit a přizpůsobit tomu měřické metody.



Obr. 5.1: Interiér kostela sv. Gotharda – pohled směrem k věži

Pro polohové zaměření 1. NP bylo použito především polární metody. Vzhledem k značné členitosti zdiva bylo hojně využíváno módů úhlového a délkového odsazení. Prvky ve tvaru oblouku byly měřeny třemi body (začátek oblouku, vrchol oblouku a konec oblouku), kružnicové tvary byly zaměřeny třemi body, které byly rovnoměrně rozloženy po obvodu. Vedle polární metody byla u malých pravoúhlých výstupků použita metoda konstrukční oměrné. Takto byl zaměřen průběh řezové roviny a prvků polohopisu,

spadajících do prostoru vymezeného pro budoucí výkres. Výšky kleneb byly zaměřeny pomocí ručního laserového dálkoměru. Klenby spadající do půdorysu 1. NP měly tvar kruhového oblouku, tudíž byly zaměřovány na třech místech – v obou patách a ve vrcholu. Výšky schodů a dveří byly změřeny pásmem.

Pro zaměření půdorysu 2. NP byly použity dvě metody. K vyjádření průběhu řezu v místě oken a k zaměření prostoru kůru byla opět použita polární metoda v kombinaci s konstrukčními oměrnými mírami. Druhou použitou metodou byla tachymetrie, při níž bylo s výhodou využíváno bezhranolového módu měření. Touto metodou byly změřeny výškové vztahy na oknech včetně okenních kleneb, okrasné římsy i samotné klenby chrámové lodi. Ty byly vzhledem k jejich půlelipsovitému tvaru měřeny pěti body. Vrcholy kleneb byly pro kontrolu změřeny ručním dálkoměrem.

Pro oba půdorysné řezy platí, že u prvků nacházejících se pod rovinou řezů byla snaha zachytit všechny hrany viditelné při pohledu shora. Naopak u prvků nad rovinou řezu byly zaměřovány pouze nejrozměrnější hrany s tím, že detailní tvar těchto prvků je vyjádřen ve svislých řezech či částečných průřezech.



Obr. 5.2: Interiér kostela sv. Gotharda – pohled směrem ke kapli

5.2.2. Zaměření svislých řezů a průřezů

Objektem bylo vedeno celkem pět svislých řezů. Dva byly vedeny v podélném směru, tři v příčném.

První podélný řez, řez A1 – A1', byl umístěn do podélné osy chrámové lodi. Začínal na východní straně věže, procházel sakristií a poté presbytářem i celou chrámovou

lodí, na jejíž západní zdi končil. Pohled byl směřován směrem ke vstupu do kostela. Podélný řez A2 – A2' byl situován do prostoru kaple. Protože vstup do kaple neleží v její ose, bylo nutné směr tohoto řezu zalomit. Po zalomení pak již pokračuje osou místnosti a končí v západní stěně kaple. Směr pohledu tohoto řezu byl zvolen shodně jako u řezu A1 – A1'.

Příčný řez B1 – B1' byl veden středem sakristie kolmo k průběhu řezu A1 – A1'. Začíná na severní stěně věže, končí v jižní zdi věže a jeho pohled je orientován směrem ven z kostela. Druhý příčný řez, řez B2 – B2', byl umístěn do příčné osy chrámové lodi. Začíná na severní stěně kostela, prochází lodí ve směru kolmém na podélný řez A1 – A1' a končí na jižní straně předsíně v místě vstupu do kostela. Je orientován směrem k věži. Poslední příčný řez byl označen B3 – B3'. Tento řez byl veden středem kaple kolmo na průběh nejdelší části řezu A2 – A2'. Začínal na severní straně kaple, končil v jižní stěně kaple a pohled byl orientován opět směrem k věži.

Zaměření svislých řezů proběhlo z větší části současně se zaměřováním půdorysů v září 2013. Proto bylo hodně dat, potřebných k jejich vyhotovení, pořízeno právě v této etapě. Ostatní hodnoty byly získány v únoru 2014 měřením metodou tachymetrie s využitím módu pasivního odrazu paprsku. Některé výškové vztahy byly získány měřením pomocí ručního dálkoměru. Předmět měření byl stejný jako u zaměření půdorysů.

Kromě řezů byly realizovány také tři částečné průřezy. Průřez se od řezu liší tím, že je v něm zaznamenán jen průběh zdiva či prvků se zdivem spojených a neobjevuje se zde pohled do prostoru za řezovou rovinou. Dva zaměřené průřezy C1 a C2 jsou vedeny charakteristickými úseky okrasných říms, které se nachází po obvodu chrámové lodi. Třetí průřez C3 je veden chodbou v severovýchodním rohu presbytáře. Všechny částečné průřezy mají za účel jasnější vyjádření průběhu zdiva ve zmíněných místech a byly zaměřeny ve stejných etapách a stejnými principy a metodami jako svislé řezy.



Obr. 5.3: Detail okrasných říms

5.2.3. Zaměření pohledů na fasádu kostela

Byly zaměřeny čtyři pohledy na fasádu kostela – každý z jedné světové strany. Zaměření bylo provedeno podobně jako u svislých řezů a průřezů ve dvou etapách. V první etapě probíhalo zaměřování současně se zaměřením půdorysných řezů. Zbývající body použité pro konstrukci pohledů byly zaměřeny v únoru 2014 stejnou metodou jako svislé řezy a průřezy – tedy tachymetrií s využitím bezhranolového módu měření. Relativní výškové rozdíly některých prvků na fasádě byly změřeny pomocí ručního dálkoměru.

Měření pohledů na severní, jižní a západní stranu objektu bylo pořízeno z bodů pomocné měřické sítě v areálu kostela. Východní pohled však musel být z důvodu malého odstupu měřen z bodu 4014, nacházejícího se až na náměstí Svobody.

Vzhledem k značné pracnosti a místy i nemožnosti zaměření pohledů kompletně geodetickými metodami bylo rozhodnuto, že chybějící prvky budou získány fotogrammetricky. Proto bylo pořízeno množství fotografií, u kterých byla snaha, aby byly pokud možno co nejvíce kolmé k zemi a rovnoběžné s danou stranou kostela.

Z každé strany bylo naměřeno určité množství bodů, které byly jak na fotografiích, tak na samotné fasádě jednoznačně identifikovatelné. Bylo dbáno na to, aby byly tyto body rovnoměrně rozloženy a aby jich v každé ucelené části fasády byl dostatečný počet. Tyto body pak při zpracování sloužily k transformaci fotografií.

5.3. Vedení náčrtů

Během vlastního měření byly vyhotovovány měřické náčrtky. Bylo vyhotoveno celkem 30 náčrtů. Body jsou číslovány průběžně, v rámci všech náčrtů dohromady. Celkem bylo zaměřeno 1726 podrobných bodů.

Pro zaměření areálu kostela a přilehlé křižovatky bylo zhotoveno šest náčrtů, z toho dva na papír formátu A3 a zbylé čtyři na formát A4. Body měřické sítě a měřická síť je vyznačena červeně, polohopis černě. Podrobné body jsou značeny hnědou barvou, a to křížky a číslem bodu.

Zaměřování půdorysů bylo zaznamenáváno do deseti náčrtů. Půdorys 1.NP je vykreslen na šesti náčrtech o formátu papíru A4 a půdorys 2. NP je znázorněn na čtyřech náčrtech, které jsou vyhotoveny rovněž ve formátu A4. Ve všech těchto náčrtech je měřická síť a body této sítě červeně, polohopis a podrobné body, zaměřované polární metodou, černě a výškové kóty a podrobné body, u kterých byla měřena i výška, hnědě.

Při zaměřování svislých řezů bylo vyhotoveno pět náčrtů – pro každý řez jeden. Náčrt pro řez A1 – A1' byl vyhotoven na papír o formátu A3, zbývající náčrtky byly vykresleny na formát A4. Ve všech pěti náčrtech je řezová rovina spolu s prvky, zobrazenými v pohledu, a délkovými mírami značena černě a podrobné body hnědě.

Podrobné body sloužící pro konstrukci pohledů byly značeny na šest náčrtů o formátu papíru A4. Vzhledem k tomu, že podkladem těchto náčrtů jsou černobíle vytištěné fotografie, byly podrobné body pro lepší čitelnost značeny červeně.

Protože u zaměření účelové mapy a půdorysných řezů byl vykreslen větší počet náčrtů než tři, byly vyhotoveny i přehledy znázorňující jejich klad.

Měřické náčrty jsou součástí přílohy č. 6. Klady náčrtů jsou uvedeny v příloze č. 7.

6. Kancelářské práce

6.1. Zpracování naměřených dat

Po ukončení měření se přistoupilo k výpočtům souřadnic a nadmořských výšek bodů pomocné měřické sítě a podrobných bodů. Čísla stávajících bodů polohových bodových polí jsou uváděna, tak jak byla převzata z [7] – tedy v dvanáctimístné podobě. Nově navrhované body pomocné měřické sítě a podrobné body jsou vzhledem k faktu, že tato bakalářská práce neslouží k účelům katastru nemovitostí, označovány jen vlastním číslem.

6.1.1. Data GNSS

Naměřená data byla stáhnuta a zpracována v programu Leica Geo Office. Referenčním bodem byl zvolen bod TUBO v Brně, který patří do sítě permanentních stanic CZEPOS. Souřadnice bodů byly díky globálnímu transformačnímu klíči vypočítány rovnou v systému S-JTSK. Pokud byl určen celočíselný počet ambiguit, program vyhodnotil měření jako „fixed“, což značilo, že proběhlo úspěšně.

Na bodech 5002 a 5003 vyšly obě observace. Pouze na bodě 5001 vyšly jen oba první pokusy a druhý nikoliv. U vyřešených observací se proto upravily jejich časy na cca 5, resp. 10 minut, aby obě observace splňovaly hodinový odstup. I přes kratší čas observace obě měření vyšly jako „fixed“. Po ukončení výpočtů se ještě porovnal rozdíl mezi dvojím určením souřadnic. Protože splňoval kritéria $u_{x,y} = 0,14\text{m}$ a $u_H = 0,12\text{m}$, stanovená normou ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* pro třetí třídu přesnosti, byly takto získané souřadnice zahrnuty do měření.

Výsledné souřadnice se získaly zprůměrováním souřadnic získaných z obou měření. Výšky získané měřením GNSS nebyly použity – místo nich se body, na kterých proběhlo měření GNSS, výškově určily technickou nivelací, která je přesnější.

Výsledky prvního i druhého měření jsou uvedeny v tabulce *Tab. 6.1: Porovnání souřadnic získaných z dvojice měření*. Výšky získané měřením GNSS a nivelací jsou uvedeny v tabulce *Tab. 6.2: Porovnání výšek získaných z měření GNSS a nivelace*. Protokoly o výpočtu souřadnic metodou GNSS jsou uvedeny v příloze č. 2.1.

Číslo bodu	1. měření		2. měření		ΔY [m]	ΔX [m]
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]		
5001	598585,35	1168264,18	598585,36	1168264,20	0,01	0,02
5002	598560,03	1168258,17	598560,05	1168258,16	0,02	0,01
5003	598602,23	1168271,21	598602,22	1168271,18	0,01	0,03

Tab. 6.1: Porovnání souřadnic získaných z dvojice měření

Číslo bodu	Výška H [m]		ΔH [m]
	GNSS	Nivelace	
5001	204,24	204,28	0,04
5002	203,80	203,81	0,01
5003	204,47	204,49	0,02

Tab. 6.2: Porovnání výšek získaných z měření GNSS a nivelace

6.1.2. Polygonové pořady a rajóny

Naměřená data byla stažena pomocí programu Geoman do zápisníku s příponou *.ZAP. Početní zpracování toho zápisníku bylo provedeno v programu Groma v. 8.0.

Účelová mapa areálu kostela a křižovatky byla vyjádřena v souřadnicovém systému S-JTSK. U výpočtu polygonových pořadů PP1 a PP2, stejně tak u výpočtu rajónů 4011, 4012 a 4014, bylo tedy třeba zavést korekce z nadmořské výšky a ze zobrazení. Tyto korekce byly zavedeny až ve výpočetním programu Groma v. 8.0. Měřítkový koeficient byl tedy nastaven na hodnotu 0,9998705.

Výkresy půdorysů 1. NP a 2. NP však měly charakter stavebních výkresů a měly za úkol přesně zobrazovat a vystihovat lokální vztahy v rámci kostela. Tohoto úkolu by však při transformaci měření do systému S-JTSK nebylo docíleno. Proto byly tyto výkresy vykresleny v místním systému, který byl pojmenován jako „Místní – kostel sv. Gotharda“. U výpočtů polygonových pořadů PP2, PP3 a PP4 a rajónů 4013, 6001, 6002 a 7009 tedy byl měřítkový koeficient ponechán na hodnotě 1.

Uzavřený polygonový pořad PP2 byl vypočítán v obou systémech. Pro jeho výpočet v systému S-JTSK byl počítán jako polygonový pořad uzavřený a orientovaný na body 5001 a 5002. Při výpočtu v místním systému byl vypočítán jako polygonový pořad uzavřený neorientovaný, přičemž směr osy +X' byl vložen do spojnice polygonových bodů 4009 a 4001.

Návaznost místního systému na systém S-JTSK byla zajištěna výpočtem a uvedením transformačního klíče. Ten byl vypočítán v programu Groma v. 8.0 a tvoří přílohu č. 2.4.

Polygonové pořady byly spočteny a vyrovnány v rámci polygonového pořadu. Vzhledem k uspokojivým výsledkům již nebylo přistoupeno k jejich společnému vyrovnání jako síť. Homogenita těchto polygonových pořadů byla kontrolována dosaženými odchylkami na jednoznačně identifikovatelných bodech zaměřených kontrolně z více stanovisek. Polygonové pořady interní sítě byly právě z důvodu posouzení správnosti vyrovnání vedeny přes dva společné body, na kterých byly porovnány odchylky. Tyto odchylky v rozdílu souřadnic nepřesáhly 1cm.

Výsledky výpočtu polygonových pořadů jsou uvedeny v následující tabulce *Tab. 6.3: Výsledky polygonových pořadů*. Protokol o výpočtu polygonových pořadů a rajónů je uveden v příloze č. 2.2.

Označení PP	Systém	Polohová odchylka [m]	Odchylka uzávěru [g]
PP1	S-JTSK	0,05	0,0119
PP2	S-JTSK	0,03	-
PP2	Místní	0,03	-
PP3	Místní	0,01	-
PP4	Místní	0,03	-

Tab. 6.3: Výsledky polygonových pořadů

6.1.3. Technická nivelace

Bod ČSNS Pa7-2 byl nejprve ověřen vetknutým nivelačním pořadem začínajícím na bodě Pa7-3.2. Z ověřeného bodu Pa7-2 pak byly dále vedeny tři uzavřené nivelační pořady. Pro posouzení přesnosti všech nivelačních pořadů byla použita mezní odchylka, která je dle [13] dána vzorcem $U_h = 40 \cdot \sqrt{R}$, kde R je délka pořadu vyjádřená v kilometrech.

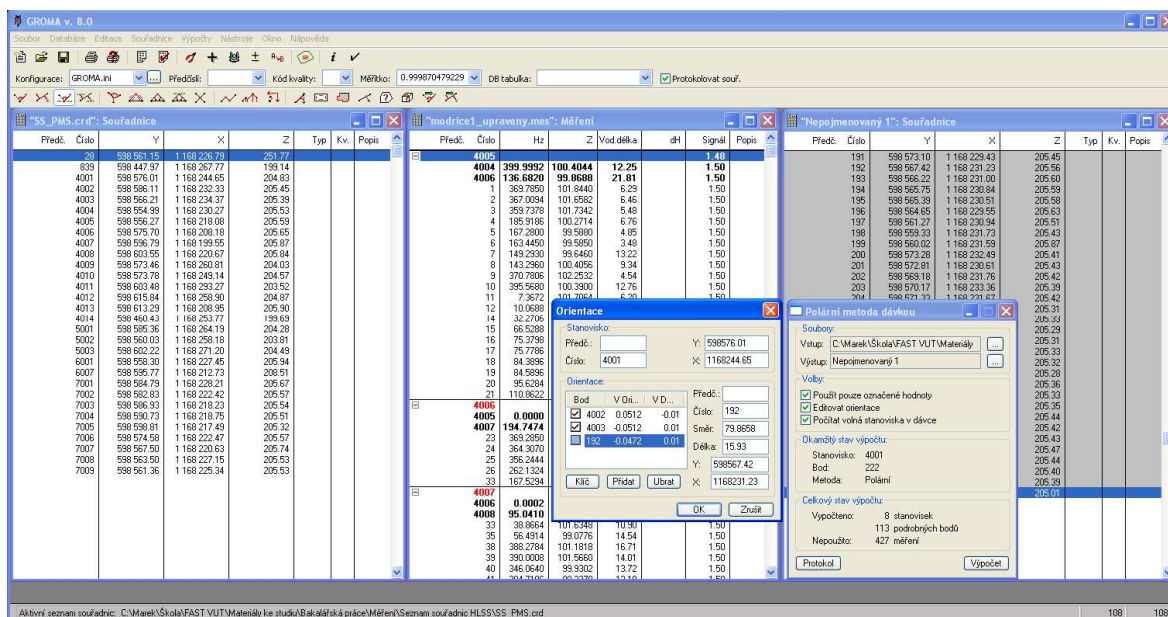
Všechny nivelační pořady se vešly do mezních odchylek. Přehled jejich výsledků je uveden v následující tabulce *Tab. 6.4: Přehled výsledků nivelačních pořadů*. Výpočet nivelačních pořadů a výsledných výšek je uveden v nivelačních zápisnících, které se nacházejí v příloze č. 1.2.

Označení NP	R [km]	Dosažená odchylka	Maximální odchylka
Pa7-3.2 - Pa7-2	0,35	14 mm	± 24 mm
NP1	0,12	0 mm	± 14 mm
NP2	0,15	-2 mm	± 15 mm
NP3	0,13	1 mm	± 14 mm

Tab. 6.4: Přehled výsledků nivelačních pořadů

6.1.4. Podrobné měření

Souřadnice a výšky všech podrobných bodů byly vypočítány v programu Groma v. 8.0 pomocí funkce Polární metoda dávkou. V případech, kdy byly kontrolně zaměřeny některé jednoznačně identifikovatelné podrobné body z více stanovisek, vznikly u těchto bodů dvojce souřadnice a výšky. Vzhledem k tomu, že obě určení těchto bodů proběhla stejnou metodou, bylo v programu nastaveno, aby výsledné polohy a výšky byly získávány aritmetickými průměry z těchto dvojic. Programem byl vygenerován výpočetní protokol, který je uveden v příloze č. 2.3.



Obr. 6.1: Ukázka výpočtu podrobných bodů v programu Groma v. 8.0

6.2. Testování přesnosti podrobného měření

Během podrobného měření byly na většině stanovišek měřeny i body již zaměřené z jiného stanoviska. Na těchto bodech se testovala dosažená polohová i výšková přesnost. Hlavním kritériem při volbě těchto bodů byla jejich jednoznačná identifikovatelnost. Z tohoto důvodu se největší část těchto kontrolně zaměřených bodů nacházela na rozích budov či chodníků. Norma ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* stanovuje dále i požadavky na minimální počet těchto bodů či jejich rozložení, ale vzhledem k charakteru této bakalářské práce nebyl na jejich splnění kladen důraz.

Samostatnou kapitolou pak bylo testování dosažené relativní přesnosti určení souřadnic, které se provedlo porovnáním vzdáleností dvojic jednoznačně identifikovatelných bodů vypočtených ze souřadnic a změřených v terénu kontrolními oměrnými mírami. Hodnoty všech měřených délek byly zaznamenány do měřických náčrtů.

6.2.1. Testování přesnosti souřadnic kontrolním zaměřením [14]

Testování bylo provedeno pro výběr o velikosti 35 podrobných bodů. U každého z nich se vypočítaly souřadnicové rozdíly:

$$\Delta x = x_m - x_k,$$

$$\Delta y = y_m - y_k,$$

kde x_m a y_m jsou souřadnice získané z prvního zaměření

x_k a y_k jsou souřadnice získané z druhého (kontrolního) zaměření.

Přesnost určení souřadnic je pokládána za vyhovující, když:

- a) všechny polohové odchylky vypočtené ze vztahu

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

vyhovují kritériu

$$|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{x,y}, \quad (\text{kritérium v Tab. 6.5})$$

kde $u_{x,y} = 0,14\text{m}$ (pro 3. třídu přesnosti)

- b) je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tzn. výběrová střední souřadnicová chyba $s_{x,y}$, vypočtená ze vztahu

$$s_{x,y} = \sqrt{0,5 \cdot (s_x^2 + s_y^2)}$$

splňuje kritérium

$$s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}, \quad (\text{kritérium v Tab. 6.5})$$

kde $\omega_{2N} = 1,10$ (při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5\%$ pro interval 31 – 300 bodů)

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2}, \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}$$

$k = 2$ (pokud mají obě určení polohy bodů stejnou přesnost)

$N = 35$ (počet testovaných bodů)

Výpočet testování přesnosti souřadnic na základě kontrolního zaměření tvoří přílohu č. 4.1. Přehledné výsledky tohoto testování jsou uvedeny v následující tabulce Tab. 6.5: *Výsledky testování souřadnic kontrolním zaměřením.*

Kritérium	Dosažená hodnota	Mezní hodnota	Výsledek
$ \Delta p \leq 1,7 \cdot u_{x,y}$	$ \Delta p _{\max} = 0,13\text{m}$	$ \Delta p = 1,7 \cdot u_{x,y} = 0,24\text{m}$	Vyhovuje pro všechny $ \Delta p $
$s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$	$s_{x,y} = 0,02\text{m}$	$s_{x,y} = \omega_{2N} \cdot u_{x,y} = 0,15\text{m}$	Vyhovuje

Tab. 6.5: *Výsledky testování souřadnic kontrolním zaměřením*

6.2.2. Testování přesnosti souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř [14]

Testování bylo provedeno na výběru 102 délek přímých spojnic jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů. Pro každou porovnávanou vzdálenost dvou bodů se určil rozdíl délek:

$$\Delta d = d_m - d_k,$$

kde d_m je délka spojnice vypočtená ze souřadnic koncových bodů této spojnice
 d_k je délka spojnice určená z kontrolního zaměření.

Přesnost podrobného měření se pokládá za vyhovující, pokud současně platí, že:

- a) absolutní hodnoty rozdílů všech testovaných délek vyhovují kritériu

$$|\Delta d| \leq 2 \cdot u_d \cdot k, \quad (\text{kritérium v Tab. 6.6})$$

$$\text{kde } u_d = 1,5 \cdot \left(\frac{d+12}{d+20} \right) \cdot u_{x,y}$$

$k = 1,0$ (pro délky vypočtené ze souřadnic)

d je větší z porovnávaných délek

$u_{x,y} = 0,14m$ (pro 3. třídu přesnosti)

- b) absolutní hodnoty rozdílů minimálně 60% testovaných délek vyhovují kritériu

$$|\Delta d| \leq u_d \cdot k \quad (\text{kritérium v Tab. 6.6})$$

Výpočet testování přesnosti souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř tvoří přílohu č. 4.2. Přehledné výsledky tohoto testování jsou uvedeny v následující tabulce
Tab. 6.6: Výsledky testování souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř.

Kritérium	Výsledek
$ \Delta d \leq 2 \cdot u_d \cdot k$	Vyhovuje pro všechny $ \Delta d $
$ \Delta d \leq u_d \cdot k$	Vyhovuje pro 98% $ \Delta d $

Tab. 6.6: Výsledky testování souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř

6.2.3. Testování přesnosti výšek [14]

Testování proběhlo na základě podobného postupu jako u testování souřadnic kontrolním zaměřením. Protože ne u všech podrobných bodů byla vzhledem k účelu prováděných měřických prací evidována výška, výběr pro testování výšek se oproti výběru pro testování souřadnic zmenšil na 21 bodů. U každého z těchto bodů se vypočítal výškový rozdíl:

$$|\Delta H| = H_m - H_k,$$

kde H_m je výška podrobného bodu určená z prvního zaměření

H_k je výška získaná z druhého (kontrolního) zaměření.

Přesnost určení souřadnic se považuje za vyhovující, když:

- a) všechny výškové rozdíly $|\Delta H|$ vyhovují kritériu:

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}, \quad (\text{kritérium v Tab. 6.7})$$

kde $u_H = 0,12\text{m}$ (pro 3. třídu přesnosti)

$k = 2$ (pokud mají obě určení polohy bodů stejnou přesnost)

- b) je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tzn. výběrová střední výšková chyba s_H , vypočtená ze vztahu

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$$

splňuje kritérium (pro zpevněný povrch):

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H, \quad (\text{kritérium v Tab. 6.7})$$

kde $\omega_N = 1,20$ (při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5\%$ pro interval 20 – 34 bodů)

$N = 21$ (počet testovaných bodů)

Výpočet testování přesnosti výšek tvoří přílohu č. 4.3. Přehledné výsledky tohoto testování jsou uvedeny v následující tabulce Tab. 6.7: *Výsledky testování výšek*.

Kritérium	Dosažená hodnota	Mezní hodnota	Výsledek
$ \Delta H \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$	$ \Delta H _{\max} = 0,06\text{m}$	$ \Delta H = 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} = 0,34\text{m}$	Vyhovuje pro všechny $ \Delta H $
$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$	$s_H = 0,02\text{m}$	$s_H = \omega_N \cdot u_H = 0,14\text{m}$	Vyhovuje

Tab. 6.7: *Výsledky testování výšek*

6.3. Tvorba výkresů

Po výpočetních pracích se přešlo k tvorbě výkresů. Všechny výkresy byly vykresleny v programu MicroStation PowerDraft V8i. Před započítím samotné tvorby výkresů bylo třeba do tohoto programu naimportovat body. Tento import byl proveden přes MDL aplikaci Groma.

6.3.1. Účelová mapa okolí kostela

Účelová mapa byla až na dvě výjimky kreslena v souladu s normou ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*.

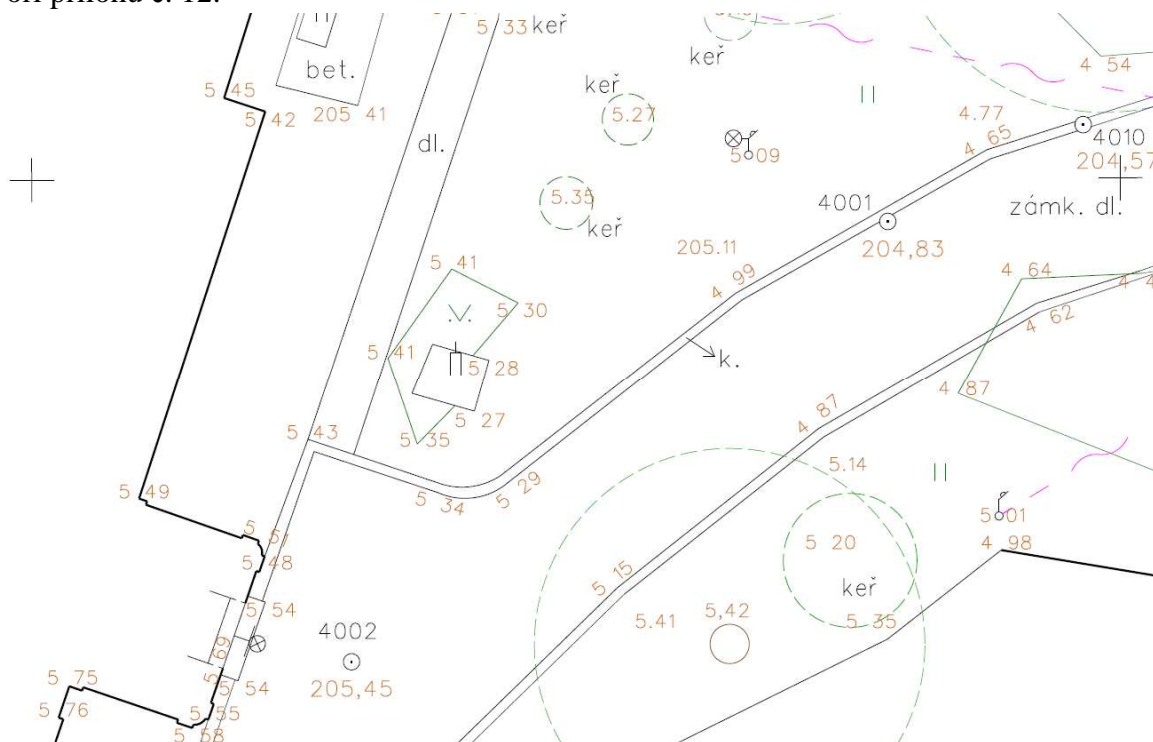
První výjimkou bylo zakreslování vstupů do budov. Ty se pro větší přehlednost namísto znázornění tlustou čarou vykreslily tence a byly doplněny kolmicemi dlouhými 2mm v měřítku mapy a směřujícími dovnitř budovy.

Druhou výjimkou bylo značení stromů. Ty byly vzhledem k účelu mapy zaměřovány skutečným rozměrem a tedy nikoliv bodovou značkou. U každého stromu byl vykreslen kmen a skutečné uložení koruny.

K vyhotovení účelové mapy bylo použito také knihoven speciálních druhů čar UGEO_VP.RSC a GISOFT.RSC a tabulky buněk GEO1000_V8.CEL. Předmětem měření však byly i prvky nad rámec této tabulky buněk – žumpa, rýna, reflektor a nástěnná reklama. Tyto prvky byly vyjádřeny schematickými značkami, které byly vysvětleny v legendě.

Vzhledem k tomu, že zaměřená lokalita byla z hlediska průběhu terénu velmi plochá, bylo upuštěno od tvorby vrstevnic a výškopis byl tedy vyjádřen jen pomocí výškových kót.

Většina atributů prvků byla převzata ze školního materiálu vytvořeného Ing. Petrem Kalvodou, Ph.D. Tabulka použitých atributů je uvedena v příloze č. 11. Účelová mapa tvoří přílohu č. 12.



Obr. 6.2: Ukázka účelové mapy areálu kostela

6.3.2. Půdorysné řezy

Výkresy půdorysných řezů byly vyhotoveny v podobě stavebních výkresů. Většina prvků tedy byla zakreslována stejně, jako je běžné v těchto výkresech. Akorát viditelné

Nejprve byly vykresleny linie znázorňující řezovou rovinu a hrany viditelné při pohledu shora. Poté byly vyznačeny hrany viditelné i neviditelné nad úrovní řezu a žebra kleneb. Nakonec byly vykresleny klenby. Ty byly ve výkresech vyjádřeny sklopeným průmětem do roviny.

Ve výkresech se také objevují výškové kóty. Ty jsou dvojího typu. Prvním typem jsou absolutní kóty značící výškové úrovně podlahy. Druhým typem výškových kót, objevujícím se ve výkresu, jsou relativní kóty značící výšky pat a vrcholů kleneb. Pokud měly obě paty klenby totožnou výšku, z důvodu přehlednosti výkresů byla touto výškou popsána jen jedna pata. Při výškovém kótování kleneb byla kvůli jednodušší identifikaci snaha o stejnou orientaci všech kót v rámci každé klenby.

[illegible]

38

6.3.3. Svislé řezy a průřezy

Ve všech svislých řezech se objevují tři typy čar. Jako první byla opět vykreslena linie značící průběh zdiva a jiných objektů v místě řezu, která byla ve více kresbou zatížených výkresech pro větší přehlednost doplněna lemovkou.

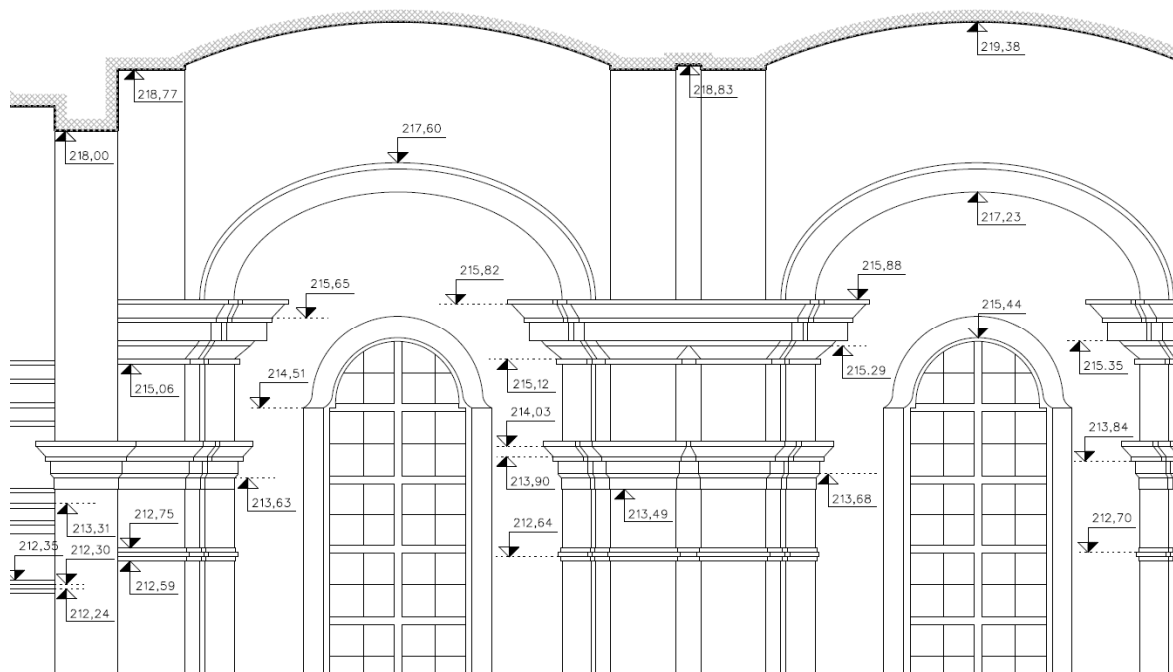
Druhý typ čáry sloužil k zakreslení všech viditelných prvků při pohledu do roviny řezu. Prvky, nacházející se v interiéru kostela, byly vykresleny všechny. Prvky v pohledu do roviny řezu, které se nachází na fasádě kostela, nebyly do výkresů svislých řezů zahrnuty, protože jejich průběh je jasněji vyjádřen v pohledech na fasádu. Prvky v pohledu řezu byly zkonstruovány pomocí naměřených dat. Details pak byly doplněny vektorizací natransformovaných rastrů. O postupu vektorizace blíže pojednává následující kapitola.

Posledním typem čáry objevujícím se ve výkresech svislých řezů bylo naznačení průběhu střechy a vyšších pater věže. Tohoto zákresu bylo použito z důvodu odlišení od čáry značící průběh řezové roviny. Zatímco tlustá linie značící průběh roviny řezu vymezuje prostory, které byly předmětem měření, naznačující linie ohraňuje prostory, které předmětem této bakalářské práce nebyly (půda a vyšší patra věže).

Výkresy částečných průřezů měly jednodušší strukturu. Objevila se v nich jen tlustá čára značící průběh řezové roviny, popř. tenká čára značící dveře. Zdivo či prvky se zdivem spojené byly od volného prostoru odlišeny šrafováním.

Všechny výkresy byly doplněny výškovými kótami se šipkou. Výšky byly vyjádřeny absolutně, a to ve výškovém systému Bpv.

Výkresy svislých řezů a průřezů tvoří přílohy č. 15 až 22.



Obr. 6.4: Ukázka svislého řezu A1 – A1'

6.3.4. Pohledy na fasádu

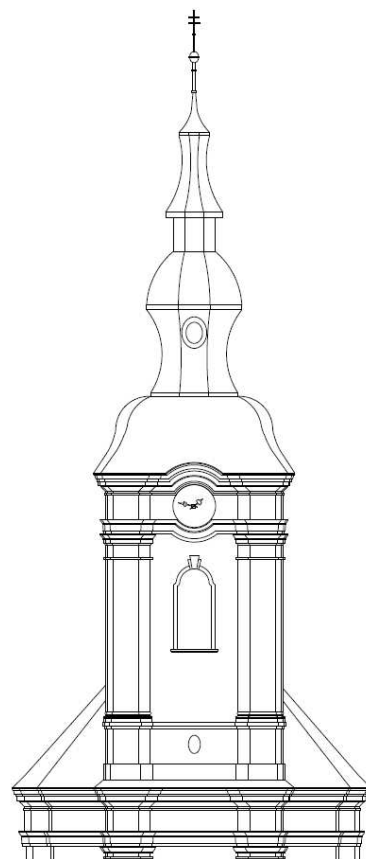
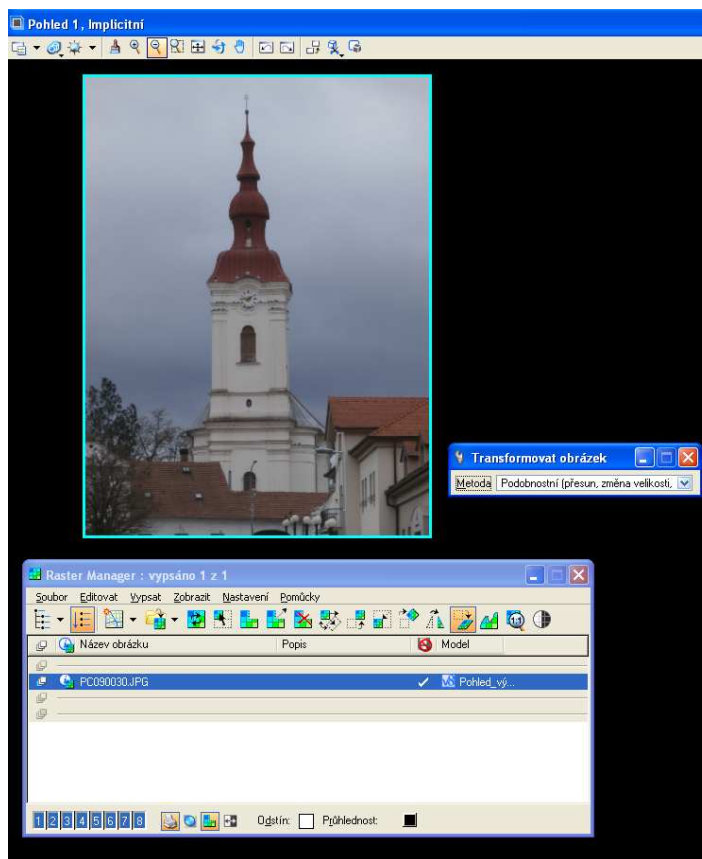
Tvorba výkresů s pohledy na fasádu proběhla ve dvou fázích. V první části prací byly pohledy tvořeny na základě dat získaných měření, z nichž vznikla základní kostra. Detaily a prvky, které nebylo účelné nebo vůbec možné zaměřit, pak byly zkonstruovány vektorizováním rastrů.

Základem pro tento postup byly pořízené fotografie. Ty byly nahrány do programu MicroStation PowerDraft V8i jako rastry. Před zahájením transformace těchto rastrů byly polohově a výškově vyneseny zaměřené body, které později posloužily jako body identické. Po jejich zakreslení se pokračovalo transformací rastrů. Byla použita podobnostní transformace na co největší možný počet identických bodů.

Bylo třeba brát ohled na to, že snímky nebylo možné pořídit dokonale rovnoběžně s jednotlivými stranami a ve svislé rovině pohledu. Z tohoto důvodu bylo nutné transformovat rastry nikoliv celoplošně, ale po určitých blocích s ohledem na to, aby na identických bodech byly dosaženy co nejmenší odchylky.

Výkresy s pohledy na fasádu kostela byly doplněny o náčrtky znázorňující směry pohledů a o výškové kóty se šipkou. Stejně jako u svislých řezů byly i zde vyjádřeny absolutní výškou vztaženou k systému Bpv.

Výkresy s pohledy na fasádu tvoří přílohy č. 23 až 26.



Obr. 6.5: Ukázka dvou etap procesu tvorby pohledů

7. Závěr

Předmětem této bakalářské práce bylo zaměření vlastní budovy kostela sv. Gotharda v Modřicích a souvisejícího okolí.

Prvním krokem byla rekognoskace terénu a bodového pole. Na základě výsledků byla navržena pomocná měřická síť. Ta byla polohově určena pomocí metody GNSS, polygonových pořadů a rajónů. Výškově byla tato síť vyjádřena technickou či plošnou nivelací a trigonometricky.

Podrobné zaměření okolí kostela bylo provedeno tachymetricky. Zaměření půdorysných řezů, svislých řezů a průřezů, stejně tak i pohledů na fasádu proběhlo z části polární metodou a z části tachymetricky. Pro měření výšek vrcholů kleneb či jiných relativních výškových vztahů byl použit ruční dálkoměr. K pozdějšímu vykreslení detailů složitějších prvků ve svislých řezech a zejména pro tvorbu pohledů na fasádu objektu byla použita metoda blízké fotogrammetrie. Hlavní část podrobného zaměření proběhla v srpnu a září 2013, doměření zbývajících částí se pak uskutečnilo v únoru 2014. Celkem bylo naměřeno 1726 podrobných bodů.

Po ukončení měření byla získaná data zpracována. Nejprve byla v programu Leica Geo Office vypočtena měření metodou GNSS. Na tento úkon navázaly výpočty polygonových pořadů a rajónů, stejně tak i výpočet zápisníků technické nivelace. Tímto byl ukončen výpočet bodů pomocné měřické sítě, po kterém následoval výpočet podrobných bodů. Všechny výše popsané výpočty vyjma výpočtu nivelace a měření GNSS byly provedeny v programu Groma v. 8.0, a to v souřadnicovém systému S-JTSK (pro tvorbu účelové mapy) či místním (pro tvorbu půdorysných řezů objektu) a ve výškovém systému Bpv.

Pokračovalo se posouzením dosažené přesnosti. Rozdíly z dvojího určení souřadnic metodou GNSS nepřesáhly kritérium $u_{x,y} = 0,14\text{m}$, stanovené normou *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* pro třetí třídu přesnosti. Niveláčnické pořady byly porovnávány s mezními odchylkami danými dle [13] vzorcem $U_h = 40 \cdot \sqrt{R}$. Dosažené odchylky tyto hodnoty nepřesáhly. Přesnost podrobného měření byla posouzena polohopisným a výškopisným testováním dle normy *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Výběrová střední souřadnicová chyba i výběrová střední výšková chyba činily 0,02m. Všechna kritéria pro třetí třídu přesnosti byla dodržena.

Po ukončení výpočetních prací se pokračovalo vyhotovením komplexní účelové mapy v měřítku 1:250. Dále byla vyhotovena výkresová dokumentace památkového objektu dle zvyklostí Národního památkového ústavu. Ta se skládá ze dvou půdorysných řezů v měřítku 1:50, pěti svislých řezů a tří částečných průřezů, které byly vykresleny taktéž v měřítku 1:50, a čtyř pohledů na fasádu v měřítku 1:100. Veškerá kresba proběhla v prostředí programu MicroStation PowerDraft V8i.

8. Seznam využitých zdrojů

- [1] Základní informace o městě. *Město Modřice* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.mesto-modrice.cz/mesto-samosprava/mesto-okoli/zakladni-informace-o-meste>
- [2] SEZNAM.CZ, A. S. *Mapový portál* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://mapy.cz/#!x=16.655422&y=49.180999&z=10>; upraveno
- [3] Děkaný kostel svatého Gotharda v Modřicích. *Farnost Modřice* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.farnost-modrice.cz/index.php?stranka=14>
- [4] GOOGLE. *Mapový portál* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <https://maps.google.cz/maps?hl=cs&ll=49.128235,16.615641&spn=0.013072,0.033023&t=k&z=16&brcurrent=5,0,1>; upraveno
- [5] GOOGLE. *Mapový portál* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <https://maps.google.cz/maps?hl=cs&ll=49.128072,16.613694&spn=0.002311,0.004128&t=k&z=19&brcurrent=5,0,1>; upraveno
- [6] GOOGLE. *Mapový portál* [online]. [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <https://maps.google.cz/maps?hl=cs&ll=49.127798,16.613648&spn=0.001634,0.004128&t=h&z=19&brcurrent=5,0,1>; upraveno
- [7] Odbor geodetických základů. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 2014 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://bodovapole.cuzk.cz/>
- [8] TOPCON CORPORATION. *Elektronická pulsní totální stanice řada GPT-3000N - návod na použití*.
- [9] Topcon AT-G7. *GEOserver.cz: Geodetické centrum s.r.o., Pardubice* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: http://www.geoserver.cz/zbozi_files/119/nivelacni-pristroj-topcon-atg7cz.pdf
- [10] Topcon AT-G7. *tracdiahanoi.com*. [online]. [cit. 2014-01-29]. Dostupné z: <http://www.tracdiahanoi.com/uploads/imgproducts/origin/1304742491.jpg>
- [11] GIANT PRECISION INSTRUMENT CO. LTD. *User manual*
- [12] NEVOSÁD, Zdeněk, Josef VITÁSEK a Jiří BUREŠ. *Geodézie IV: souřadnicové výpočty*. Brno: CERM, 2002, 157 s. ISBN 80-214-2301-3.
- [13] NEVOSÁD, Zdeněk a Josef VITÁSEK. *Geodézie III*. 1. vyd. Brno: VUT v Brně, 2000, 140 s. ISBN 80-214-1774-9.
- [14] KALVODA, Petr. *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. Brno, 2011.

9. Seznam použitých zkratk a symbolů

ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GNSS	Global Navigation Satellite System
PP	polygonový pořad
NP	nivelační pořad
Bpv	Balt po vyrovnání
1. NP	1. nadzemní podlaží
2. NP	2. nadzemní podlaží
CZEPOS	Česká síť permanentních stanic pro určování polohy
ČSN	Československá norma
S-JTSK	Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
ČSNS	Česká státní nivelační síť

10. Seznam obrázků

<i>Obr. 2.1: Poloha města Modřice.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 2.2: Lokalizace areálu kostela sv. Gotharda.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 2.3: Letecký pohled na kostel sv. Gotharda.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 3.1: Vymezení zaměřované lokality.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 3.2: Stávající bodové pole.....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 3.3: Přístroj Leica GPS System 300.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3.4: Přístroj Topcon GPT 3003N.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3.5: Přístroj Topcon AT-G7.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 3.6: Přístroj Giant precision instrument A-7.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4.1: Průběh vedení externích polygonových pořadů.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 4.2: Průběh vedení interních polygonových pořadů.....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 5.1: Křižovatka – náměstí Míru.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 5.2: Interiér kostela sv. Gotharda – pohled směrem k věži.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 5.3: Detail okrasných říms.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 6.1: Ukázka výpočtu podrobných bodů v programu Groma v. 8.0.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 6.2: Ukázka účelové mapy areálu kostela.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 6.3: Ukázka půdorysného řezu I.NP.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 6.4: Ukázka svislého řezu A1 – A1´.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 6.5: Ukázka dvou etap procesu tvorby pohledů.....</i>	<i>39</i>

11. Seznam tabulek

<i>Tab. 3.1: Výsledek rekognoskace stávajícího polohového bodového pole.....</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 3.2: Výsledek rekognoskace stávajícího výškového bodového pole.....</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 4.1: Přehled nivelačních pořadů.....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 6.1: Porovnání souřadnic získaných z dvojice měření.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 6.2: Porovnání výšek získaných z měření GNSS a nivelace.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 6.3: Výsledky polygonových pořadů.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 6.4: Přehled výsledků nivelačních pořadů.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 6.5: Výsledky testování souřadnic kontrolním zaměřením.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 6.6: Výsledky testování souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř.....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 6.7: Výsledky testování výšek.....</i>	<i>35</i>

12. Seznam příloh

1. Zápisníky

- 1.1. Zápisníky měření totální stanicí (E; 34x A4)
- 1.2. Zápisníky pro technickou a plošnou nivelaci (A: 1 x A4; E: 3 x A4)

2. Protokoly o výpočtu

- 2.1. Protokol o výpočtu GNSS (E; 12 x A4)
- 2.2. Protokol o výpočtu polygonových pořadů a rajónů (E; 10 x A4)
- 2.3. Protokol o výpočtu podrobných bodů (E; 67 x A4)
- 2.4. Transformační klíč do systému S-JTSK (E; 6 x A4)

3. Seznamy souřadnic

- 3.1. Seznam souřadnic bodů stávajícího bodového pole (E; 1 x A4)
- 3.2. Seznam souřadnic bodů pomocné měřické sítě v systému S-JTSK (E; 1 x A4)
- 3.3. Seznam souřadnic bodů pomocné měřické sítě v místním systému (E; 1 x A4)
- 3.4. Seznam souřadnic podrobných bodů v systému S-JTSK (E; 10 x A4)
- 3.5. Seznam souřadnic podrobných bodů v místním systému (E; 25 x A4)

4. Testování přesnosti podrobného měření

- 4.1. Testování přesnosti souřadnic nezávislým zaměřením (A + E; 2 x A4)
- 4.2. Testování přesnosti souřadnic pomocí kontrolních oměrných měř (A + E; 3 x A4)
- 4.3. Testování výšek (A + E; 2 x A4)

5. Geodetické a nivelační údaje

- 5.1. Geodetické údaje o použitých bodech polohového bodového pole (E; 2 x A4)
- 5.2. Nivelační údaje o použitých bodech výškového bodového pole (E; 2 x A4)
- 5.3. Geodetické údaje o bodech pomocné měřické sítě (E; 4 x A4)

6. Adjustované měřické náčrtý (A: 2 x A4; E: 30 x A4)

7. Klad měřických náčrtů

- 7.1. Klad měřických náčrtů pro tvorbu účelové mapy (A + E; 1 x A4)

7.2. Klad měřických náčrtů pro tvorbu půdorysného řezu 1. NP (A + E; 1 x A4)

7.3. Klad měřických náčrtů pro tvorbu půdorysného řezu 2. NP (A + E; 1 x A4)

8. Přehledný náčrt stávajícího bodového pole (A + E; 1 x A4)

9. Přehledné náčrty pomocné měřické sítě

9.1. Přehledný náčrt externí sítě (A + E; 2 x A4)

9.2. Přehledný náčrt interní sítě (A + E; 2 x A4)

10. Fotodokumentace objektu (E; 8 x A4)

11. Tabulka použitých atributů pro tvorbu účelové mapy areálu kostela (E; 1 x A4)

12. Účelová mapa areálu kostela (A + E; 5 x A4)

13. Půdorysný řez 1.NP (A + E; 8 x A4)

14. Půdorysný řez 2.NP (A + E; 8 x A4)

15. Podélný řez A1 – A1' (A + E; 10 x A4)

16. Podélný řez A2 – A2' (A + E; 2 x A4)

17. Příčný řez B1 – B1' (A + E; 2 x A4)

18. Příčný řez B2 – B2' (A + E; 6 x A4)

19. Příčný řez B3 – B3' (A + E; 2 x A4)

20. Částečný průřez C1 (A + E; 2 x A4)

21. Částečný průřez C2 (A + E; 2 x A4)

22. Částečný průřez C3 (A + E; 1 x A4)

23. Pohled – sever (A + E; 8 x A4)

24. Pohled – jih (A + E; 8 x A4)

25. Pohled – východ (A + E; 4 x A4)

26. Pohled – západ (A + E; 4 x A4)

A...analogová podoba

E...elektronická podoba